

ОСОБЕННОСТИ ПОИСКА КРАТНЫХ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ

В.А. Малахов, А.С. Раевский, С.Б. Раевский

(Нижний Новгород, Нижегородский государственный технический университет им.
Р.Е. Алексеева; raevsky@nntu.nnov.ru)

FEATURES OF SEARCH OF MULTIPLE EIGENVALUES OF BOUNDARY VALUE PROBLEMS

V.A. Malakhov, A.S. Raevskii, S.B. Raevskii

Решения присоединенных краевых задач описывают так называемые присоединенные волны. Ранее отмечалось, что эти волны возникают в точках жордановой кратности волновых чисел нормальных волн. Их возникновение восстанавливает полноту системы нормальных волн, нарушающуюся в указанных точках. Характерной особенностью присоединенных волн является наличие линейной зависимости их амплитуд от продольной координаты.

Восстановление полноты системы нормальных волн играет решающую роль при решении дифракционных задач, связанных с расчетом функциональных узлов СВЧ, КВЧ и оптического диапазонов волн. Полнота дифракционных базисов определяет корректность решения краевых дифракционных задач проекционными и прямыми вариационными методами.

Особенности присоединенных волн влияют на характеристики комплексного резонанса, возникающего в направляющих структурах при парном возбуждении в них комплексных волн. В полосовых фильтрах на основе направляющих структур, в которых наблюдается явление комплексного резонанса(КР), присоединенные волны могут играть определяющую роль в обеспечении заданной крутизны фронтов частотных характеристик фильтров.

В докладе показана возможность существования кратных собственных значений краевых задач на уравнении Гельмгольца. Кратность собственных значений указывает на возможность существования в направляющих структурах волн с принципиально различными свойствами (с различной продольной зависимостью поля). Присоединенные волны, имеющие линейную зависимость поля от продольной координаты необходимо учитывать при расчете и построении устройств, использующих явление КР.

ОСОБЕННОСТИ ДИСПЕРСИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЛАЗМОН-ПОЛЯРИТОННЫХ ВОЛНЫ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОПЛЕНКАХ

В.А. Малахов, К.В. Попков, А.С. Раевский, И.С. Шишмаков

(Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
raevsky@nntu.nnov.ru)

FEATURES OF DISPERSIVE CHARACTERISTICS OF NATURAL SURFACE PLAS- MON POLARITONS IN METAL NANOFILMS

V.A. Malakhov, K.V. Popkov, A.S. Raevskii, I.S. Shishmakov

Исследование свойств поверхностных плазмон-поляритонных волн связано с повышенным интересом к структурам с металлическими нанопленками, которые применяются в элементах, являющихся основой для построения таких устройств как сенсорные датчики, устройства субволновой фокусировки света, а также применяющихся в узлах измерительной аппаратуры, наноантеннах.

При воздействии на границу раздела диэлектрик-металл электромагнитной волной оптического диапазона при определённых условиях возникает взаимодействие фотонов падающей

волны со свободными электронами (электронным газом), что приводит к образованию плазмон-поляритонов или поверхностных плазмонов. Необходимым условием существования поверхностных плазмонов является разные по знаку действительные части диэлектрических проницаемостей сред на границе раздела металла и диэлектрика на частотах меньших частоты плазмонного резонанса, когда действительная часть диэлектрической проницаемости металла отрицательна. Для ряда металлов эти частоты находятся в оптическом диапазоне. Поверхностные плазмоны в них распространяются вдоль границы раздела металла и диэлектрика со скоростью, которая значительно ниже скорости света в вакууме. При этом поля в направлении, перпендикулярном границе раздела, экспоненциально затухают при удалении от неё.

В докладе рассматриваются круглый диэлектрический волновод с металлической плёнкой наноразмерной толщины без учёта потерь в металле и с их учётом, а так же металлическая нанопроволока в свободном пространстве. Для расчёта комплексной диэлектрической проницаемости металлов в оптическом диапазоне используется модифицированная формула Друде. Результаты расчетов показывают, что в диэлектрическом стержне, покрытом тонким слоем металла, без учёта потерь, существуют симметричная и антисимметричная волны, а также в определенном частотном диапазоне возникает собственная комплексная волна.

В докладе приводятся результаты расчета характеристик дисперсии и затухания, а также координатные зависимости компонент поля плазмон-поляритонных волн в электродинамических структурах с учётом и без учета потерь в металле.

Полученные результаты показывают, что дисперсионные характеристики плазмон-поляритонных волн при учете потерь в металле качественно отличаются от дисперсионных характеристик, полученных без учета потерь. Так дисперсионные характеристики поверхностных плазмон-поляритонных волн в рассмотренных структурах с учетом потерь в металле имеют два максимума: первый максимум соответствует частоте, на которой модуль диэлектрической проницаемости среды равен диэлектрической проницаемости внутреннего диэлектрического слоя, второй максимум находится на частоте, на которой модуль диэлектрической проницаемости среды равен диэлектрической проницаемости окружающего пространства. Без учета потерь в металле на этих частотах в дисперсионных характеристиках существует разрыв.

Дисперсионная характеристика плазмон-поляритонной волны (с учетом потерь) с увеличением частоты плавно переходит в область существования комплексной волны.

ПРОВЕДЕНИЕ АНТЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

В.В. Бирюков, В.А. Грачев, М.В. Кольцов, Г.С. Малышев, А.С. Раевский, В.В. Щербakov
(г. Нижний Новгород, Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева, physics@nntu.nnov.ru)

CARRYING OUT ANTENNA MEASUREMENTS IN A UNIVERSITY LABORATORY

V.V. Birukov, V.A. Grachev, M.V. Koltsov, G.S. Malyshev, A.S. Raevskii, V.V. Sherbakov

Оценка электромагнитной обстановки (ЭМО) (расчет пространственного распределения электромагнитного поля внутри ограниченного пространства) является актуальной задачей. Знать ЭМО нужно для обеспечения норм техники безопасности, решения проблемы электромагнитной совместимости, проведения антенных измерений. Амплитуда поля в каждой точке пространства лаборатории определяется интерференцией большого числа волн, испытавших многократные отражения от различных препятствий, при этом учитывается рассеяния на мелкомасштабных структурах и шероховатых поверхностях, дифракция на острых краях объектов и т.п. Характер интерференционной картины зависит от частоты излуче-